

⑤1

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND
DEUTSCHES PATENTAMT



Int. Cl.:

H 05 k, 13/00

H 01 p, 3/08

BEST AVAILABLE COPY

⑤2

Deutsche Kl.: 21 c, 27/01
21 a4, 73

⑩

Offenlegungsschrift 2 327 549

⑪

Aktenzeichen: P 23 27 549.2-34

⑫

Anmeldetag: 30. Mai 1973

⑬

Offenlegungstag: 6. Dezember 1973

⑭

Ausstellungsriorität:

⑯ ⑰ Unionspriorität

⑯ ⑱ Datum: 1. Juni 1972

⑯ ⑲ Land: V.St. v. Amerika

⑯ ⑳ Aktenzeichen: 258530

⑮ Bezeichnung: Flachleiter-Verdrahtung, insbesondere flexibles Flachkabel

⑯ ⑶ Zusatz zu: —

⑯ ⑷ Ausscheidung aus: —

⑯ ⑸ Anmelder: Western Electric Co. Inc., New York, N.Y. (V.St.A.)

Vertreter gem. §16 PatG: Jackisch, W., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 7000 Stuttgart

⑯ ⑺

Als Erfinder benannt: Gandrud, William Bentley, Atlanta, Ga. (V.St.A.)

Prüfungsantrag gemäß § 28 b PatG ist gestellt

446 173 11

ORIGINAL INSPECTED

© 11. 73 309 849/1042

5/70

Western Electric Company, Inc.

195 Broadway
New York, N.Y. 10007

A 33 637 - sk

Den 28. Mai 1973

Flachleiter-Verdrahtung,

insbesondere flexibles Flachkabel

Die Erfindung betrifft die Verdrahtungstechnik von sogenannten Flachleitern, insbesondere Flachkabel.

In der Verdrahtungstechnik, bei der im großen Umfang eine Kompaktverdrahtung zwischen den Baugruppen von komplexen elektronischen Anlagen, wie z.B. Computern und dgl., eine Rolle spielt, hat die Verwendung von Flachkabeln bzw. Flachleitern wegen der günstigen Anschlüsse und den geringeren Kosten bei Schaltungsänderungen in jüngster Zeit an Bedeutung gewonnen. Durch diese Masseanschlüsse werden auch Verdrahtungsfehler erheblich gesenkt, was bei derartigen komplexen Systemen ein wesentlicher Gesichtspunkt ist.

Das bei Fernsprechleitungen als Nebensprechen bekannte Problem ist auch bei benachbarten Flachleiterpaaren in Kabeln und Verdrahtungen vorhanden. Eine Lösung dieses Problems bei Kompaktverdrahtung besteht darin, die Leiter eines Paares auf gegenüberliegenden Seiten eines isolierenden Schaltungsträgers anzurichten, wobei die Leiter gegen ein gemeinsames, den Sollverlauf des Paares festlegendes Richtglied gegensinnig etwas versetzt sind.

309849/1042

CONFIDENTIAL

Diese Versetzungen werden periodisch seitenvertauscht, so daß eine sogenannte "Pseudo-Verseilung" entsteht, und die Schlaglängen benachbarter Leiterpaare werden derart gewählt, daß eine gegenseitige Beeinflussung (Nebensprechen) auf ein Minimum herabgesetzt wird.

Durch die Verwendung von unterschiedlichen Schlaglängen in pseudo-verseilten mehrpaarigen Flachkabeln bzw. Verdrahtungen sind normalerweise der Wellenwiderstand und die Übertragungsgeschwindigkeit (Laufzeit) der einzelnen Paare unterschiedlich. Mit den herkömmlichen Mitteln, wie sie bei kontinuierlich verseilten Kabeln angewendet werden, kann dieser Nachteil wegen der Besonderheiten der Flachleitungen und des nicht wendelförmigen Verlaufs der pseudo-verseilten Leitungen nicht beseitigt werden.

Demgemäß besteht die wesentliche Aufgabe der Erfindung darin, bei pseudo-verseilten Flachleiter-Verdrahtungen zu erreichen, daß der Wellenwiderstand und die Laufzeit der Leiterpaare unabhängig von deren Schlaglänge ist. Dabei soll die Herstellung der Verdrahtung mit geringen Kosten und unter Verwendung vorhandener Verfahren und Maschinen möglich sein.

Dies wird gemäß der Erfindung dadurch erreicht, daß die jedem Kreuzungspunkt eines jeden verseilten Leiterpaars zugeordnete Kapazitanz variiert, d.h. gesteuert werden kann, um die charakteristische Impedanz und Übertragungsgeschwindigkeit für alle Paare auszugleichen. Im wesentlichen besteht die Steuerung darin, daß der Kreuzungsbereich bei kürzeren Schlaglängen kürzer und für längere Schlaglängen länger gemacht wird. Somit wird die gegenseitige Kapazitanz pro Längeneinheit für jedes Leiterpaar nicht durch die Schlaglänge dieses Paars bestimmt.

Die Erfindung wird im folgenden anhand einiger in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsformen näher erläutert.

309849/1042

Es zeigen

Fig. 1 eine Flachleiter-Verdrahtung mit unterschiedlichen Schlaglängen in perspektivischer, schematischer Darstellung;

Fig. 2 eine schematische Draufsicht auf Kreuzungspunkte der Leiter eines bestimmten Leiterpaars der Verdrahtung nach Fig. 1;

Fig. 3A und 3B Kreuzungspunkte anderer Ausführungsform in einer Darstellung entsprechend Fig. 2;

Fig. 4 eine graphische Darstellung der Kapazität pro Längeneinheit als Funktion der Schlaglänge und

Fig. 5 eine Tabelle I der Kompensationswerte.

Fig. 1 zeigt eine als Flachkabel bezeichnete Verdrahtung 10 mit "pseudoverseilten" Leiterpaaren 11 bis 15. Die beiden jeweils ein Paar bildenden Leitungen sind mit a und b bezeichnet. Die Leitungen a sind jeweils auf der einen Seite einer flexiblen Isolierung 16 und die Leitungen b auf der gegenüberliegenden Seite der Isolierung angeordnet.

Bei jedem Paar sind hintereinanderliegende Kreuzungsbereiche 17' vorhanden. Die Leiterpaare haben unterschiedliche Schlaglängen, und das Schlaglängen-Verhältnis benachbarter Paare ist in einem bestimmten Verhältnis zueinander so gewählt, daß das Nebensprechen auf ein Minimum reduziert wird. Diese unterschiedlichen Schlaglängen werden dadurch erzielt, daß die Leitungen der Paare in von Paar zu Paar verschiedenen Perioden abwechselnd gegensinnig versetzt verlaufen, wobei die Leitungen und die Paare mit Ausnahme der Bereiche des Seitenwechsels im wesentlichen parallel verlaufen.

Fig. 2 zeigt ein pseudo-verseiltes Leiterpaar, dessen Schlaglänge ℓ als der Abstand zwischen den Mittelpunkten zweier aufeinanderfolgender Kreuzungspunkte definiert ist. Die beiden Leitungen 18 und 19 des Paares werden durch in beliebiger Weise nach einem der bekannten Verfahren auf die einander gegenüberliegenden Seiten der Isolierung 16 aufgebracht. Die beiden Kreuzungsbereiche 17' sind Überlappungsbereiche der Leitungen 18 und 19.

309849/1042

Bei Frequenzen im Megahertzbereich ist der Wellenwiderstand Z_0 einer Doppelleitung definiert durch

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (1)$$

und Übertragungsgeschwindigkeit μ durch

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (2)$$

wobei in beiden Gleichungen L die Induktivität und C die Kapazität pro Längeneinheit ist.

Bei pseudo-verseilten Flachkabeln der in den Figuren 1 und 2 dargestellten Art sind Z_0 und μ außerdem Funktionen der Schlaglänge ℓ , und zwar wegen der an den Kreuzungsbereichen 17' vorhandenen konzentrierten Kapazität C_2 . In erster Annäherung ist

$$C_2 \sim d^2 \quad (3)$$

wobei d, wie aus Fig. 2 ersichtlich, die Breite der Leiter ist.

Fig. 4 zeigt in einer graphischen Darstellung die gemessene Kapazität in pF pro cm bei unterschiedlichen Schlaglängen ℓ in einem pseudo-verseilten Leiterpaar mit einer festen Breite d der Leiter. Dabei ist zu beachten, daß die Induktivität L_1 und die Kapazität C_1 des in Fig. 2 dargestellten Leiterpaars pro Längeneinheit im wesentlichen unabhängig von der Leiterbreite d sind. Außerdem ist festzuhalten, daß die Verringerung der Schlaglänge beispielsweise um den Faktor 2 den Einfluß der Kapazitäten C_2 um den Faktor 2 erhöht.

Dieser Einfluß kann dadurch genau kompensiert werden, daß die Leiterbreite d um den Faktor $\sqrt{2}$ im obigen Beispiel verringert wird.

309849/1042

BEST AVAILABLE COPY

- 5 -

Daraus folgt, daß Z_0 und μ durch diese Maßnahme unabhängig von der Schlaglänge ℓ werden. Im allgemeinen ist der Kreuzungsbereich 17' für kürzere Schlaglängen kleiner und für größere Schlaglängen länger zu wählen.

Tabelle I in Fig. 5 zeigt anhand eines Beispiels, welche Leiterbahnbreite d zum Ausgleich der unterschiedlichen Schlaglängen jeweils gewählt werden kann, so daß alle pseudo-verselten Leiterpaare eines bestimmten Kabels denselben Wellenwiderstand Z_0 und dieselbe Übertragungsgeschwindigkeit μ haben. Es hat sich herausgestellt, daß eine Veränderung der Schlaglänge ℓ von 12,5 mm auf 200 mm eine Änderung der pro Längeneinheit vorhandenen Induktivität L von weniger als zehn Prozent ergibt. Zur Lösung der erfundungsgemäßen Aufgabe genügt es daher, den Einfluß der durch die Kreuzungen gegebenen Kapazitäten C_2 zu berücksichtigen.

In den Fig. 3A und 3B sind zwei spezifische Lösungen für die praktische Ausführung der Änderung des Kreuzungsbereichs dargestellt. In Fig. 3 ist die Leiterbreite von d auf den erforderlichen Wert d' reduziert. Die Kreuzungsschenkel 20, 21 haben bis zum Übergang in die Hauptleiter mit der Breite d eine konstante Breite d' . In Fig. 3B haben die Kreuzungsschenkel 20, 21 bis kurz vor dem eigentlichen Kreuzungspunkt die gleiche Breite d wie die Hauptleiter. Dann ist die Breite sprunghaft auf die Breite d' verringert. Andere Lösungsformen können ohne weiteres in Betracht gezogen werden, um die Breite der Leiter am Kreuzungspunkt auf das erforderliche Maß zu verringern, so daß der Kreuzungsbereich und damit die Kapazität C_2 im Sinne der Erfindung verkleinert werden.

Bei der Herstellung eines Flachkabels gemäß der vorliegenden Erfindung können alle Leiterpaare in ihren parallelen Abschnitten vorteilhafterweise in derselben Standardbreite ausgeführt werden. Dann werden die Kreuzungsbereiche aller

309849 / 1042

Leiterpaare bis auf ein Paar derart ausgebildet, daß die Leiterbreite in diesem Bereich um ein Maß geringer ist, das von der Häufigkeit des Seitenwechsels der Leiter des jeweiligen Paars abhängt.

Bei viadrigen Flachkabeln mit einer großen Anzahl von Schlaglängen der Leiterpaare kann es zweckmäßig sein, die Leiterbreite in einigen Kreuzungsbereichen größer und für andere Kreuzungsbereiche kleiner als die Standardbreite zu wählen, um Schwierigkeiten infolge zu schmaler oder kleiner Kreuzungsbereiche zu vermeiden.

Die Erfindung ist im wesentlichen anhand eines Ausführungsbeispiels mit einem flexiblen Isoliermaterial beschrieben worden, beispielsweise Mylar oder dgl., wobei die Kupferleiterbahnen entweder durch Aufbringung eines Metallbelags oder im Ätzverfahren hergestellt werden. Selbstverständlich können aber auch feste, nicht biegsame Leiterplatten oder Träger verwendet werden.

309849/1042

Western Electric Company, Inc.

195 Broadway
New York, N.Y. 10007

A 33 637 - sk

Den 28. Mai 1973

Patentansprüche

1. Flachleiter-Verdrahtung, insbesondere flexibles Flachkabel, mit mehreren von einem Träger nebeneinander gehaltenen Leiterpaaren, deren Leiter in von Paar zu Paar unterschiedlichen Abständen gekreuzt sind, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzielung gleicher Wellenwiderstände und Laufzeiten der Leiter für alle Leiterpaare (11 bis 15) der Kreuzungsbereich an jedem Kreuzungspunkt (17') derart ausgebildet ist, daß über eine gegebene Länge des Trägers (16) alle Kreuzungsbereiche gleiche Kapazität (L_2) haben.
2. Verdrahtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (16) zwischen den Bahnen (a, b) jedes Paars angeordnet ist.
3. Verdrahtung nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterpaare (11 bis 15) außer in den Kreuzungsbereichen ^{zueinander} parallel verlaufen.
4. Verdrahtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß alle Leiter im wesentlichen dieselbe Standardbreite (d) aufweisen und daß mit Ausnahme eines Leiterpaars alle Leiterpaare an ihren Kreuzungsbereichen eine geringere Leiterbreite (d') haben, wobei das Maß der Verringerung in Abhängigkeit von der Periode der Kreuzungen gewählt ist.
5. Verdrahtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß für den Seitenwechsel der Leiter Kreuzungsschenkel (20, 21) vorgesehen sind,

309849/1042

ieren Breite bis nahe vor dem Kreuzungspunkt gleich der Standardbreite (d) ist, worauf dann die Leiterbreite im Kreuzungsbereich ($17'$) sprunghaft auf eine vorgegebene Breite (d') verringert ist.

309849 / 1042

BEST AVAILABLE COPY

FIG. 1

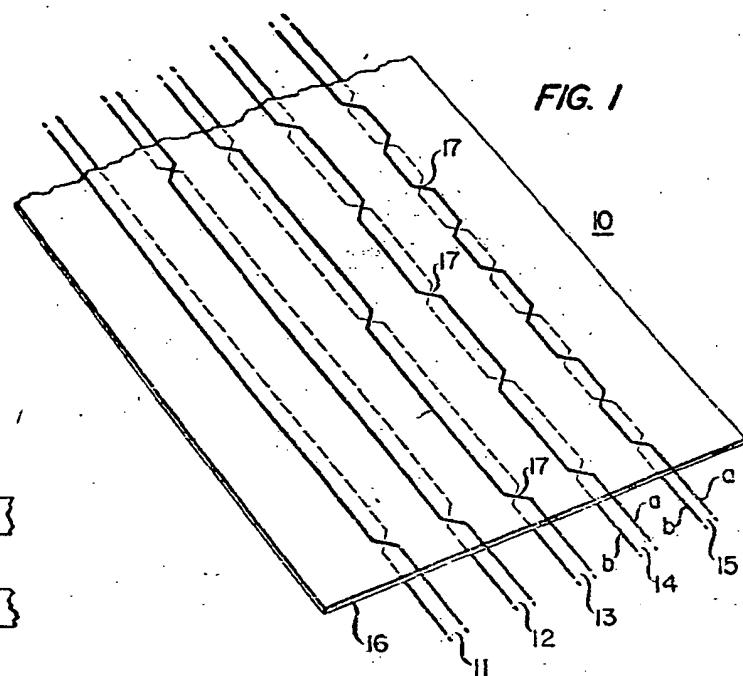


FIG. 3A

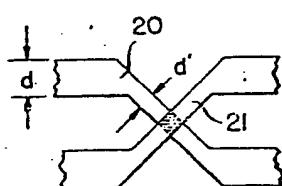


FIG. 2

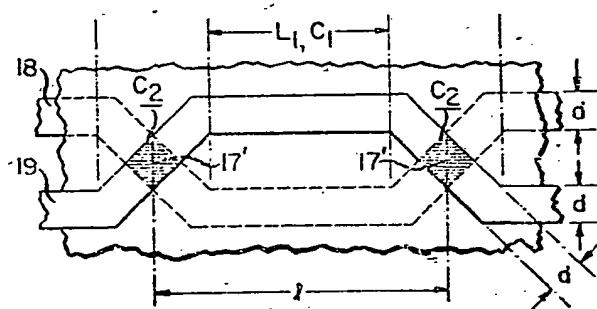


FIG. 3B

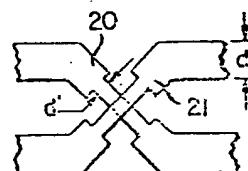


FIG. 5

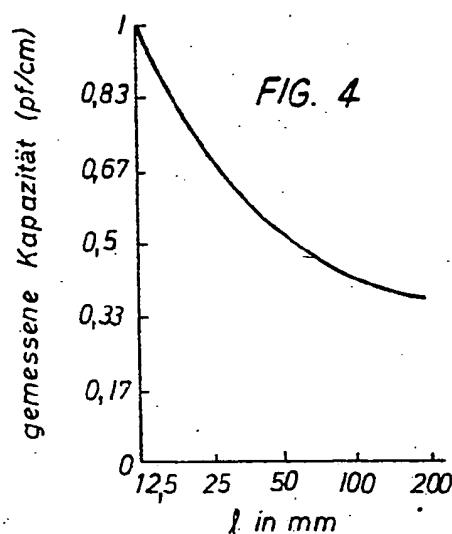


FIG. 4

l	d
200 mm	$12\frac{1}{2} \text{ mm}$
100 mm	$125/\sqrt{2} = 8.9 \text{ mm}$
50 mm	$8.9/\sqrt{2} = 6.3 \text{ mm}$
25 mm	$6.3/\sqrt{2} = 4.5 \text{ mm}$
12 1/2 mm	$4.5/\sqrt{2} = 3.2 \text{ mm}$

ORIGINAL INSPECTED

21c 27-01 AT:30.05.73 OT:06.12.73

309849/1042